Nama : Adil Arundaya
NIM : 5312422017
Prodi : Teknik Komputer

FIR Filters

Finite Impulse Response (FIR) filter memiliki persamaan sebagai berikut

$$y(n) = \sum_{m=0}^{L} b(m)\, x(n-m)$$

Dengan $x(n)$ adalah input filter, dan $y(n)$ adalah output, $b(m)$ merupakan koefisien filter atau impulse response. Ini merupakan konvolusi sinyal $x(n)$ dengan $b(n)$. Umumnya disebut "taps" karena sistem ini dapat dilihat sebagai "tapping" mengetuk garis delay.

Transformasi z dari persamaan konvolusi diatas

$$Y(z) = \sum_{m=0}^{L} b(m) \cdot z^{-m} \cdot X(z)$$

$$Y(z) = X(z) \cdot \sum_{m=0}^{L} b(m) \cdot z^{-m}$$

Didapatkan transfer function, dengan membagi output dan input

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$$

$$= \sum_{m=0}^{L} b(m) \cdot z^{-m}$$

Didapatkan juga frekuensi respon dari mengganti z dengan $e^{j\Omega}$

$$H(e^{j\Omega}) = \sum_{m=0}^{L} b(m) \cdot e^{-j\Omega m}$$

Karena $e^{j\Omega}$ adalah bilangan kompleks, frekuensi respon H juga kompleks, dinyatakan dalam plot magnitude dan fase pada frekuensi. Magnitude menunjukkan redaman, sedangkan fase menunjukkan pergerakan fase. Dengan plot tersebut, kita dapat mendesain seperti stop band pada frekuensi tertentu

IIR Filters

Persamaan IIR (Infinite Impulse Response) filter sebagai berikut:

$$y(n) = \sum_{m=0}^{L} b(m) \cdot x(n-m) + \sum_{r=1}^{R} a(r) \cdot y(n-r) \qquad (1)$$

Terdapat 2 konvolusi. Output dari y kembali ke input penjumlahan. Bagian feedback dimulai dari delay r=1.

Transformasi z dari persamaan 1:

$$Y(z) = \sum_{m=0}^{L} b(m) \cdot X(z) \cdot z^{-m} + \sum_{r=1}^{R} a(r) \cdot Y(z) \cdot z^{-r}$$

Untuk mendapatkan transfer function, dapat ~~menag~~ memindah $Y(z)$ ke satu sisi

$$Y(z) \left(1 - \sum_{r=1}^{R} a(r) \cdot z^{-r}\right) = X(z) \cdot \sum_{m=0}^{L} b(m) \cdot z^{-m}$$

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{\sum_{m=0}^{L} b(m) \cdot z^{-m}}{1 - \sum_{r=1}^{R} a(r) \cdot z^{-r}}$$

Polinomial dalam denomirator/penyebut transfer function dapat menyebabkan filter tidak stabil jika poles di luar lingkaran. Koefisien $a(n)$ penting untuk memastikan agar semua poles didalam lingkaran supaya filter stabil

Filter Example : Exponential Decaying Signal

Diketahui $b(0) = 1$

$a(1) = p$, maka

$y(n) = 1 \cdot x(n) + p \cdot y(n-1)$

$x(n)$ adalah unit pulse, outputnya adalah decay eksponensial:

$1, p, p^2, p^3, \ldots$

Yang merupakan IIR. Domain z nya

$$Y(z) = X(z) + p \cdot z^{-1} \cdot Y(z)$$

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1}{1 - p \cdot z^{-1}}$$

Saat transform ke domain waktu kembali, didapatkan fungsi eksponensial, yang merupakan FIR. Jadi, hasil invers z transform dari transfer function seperti itu.

Filter example : Computing the resulting Frequency Response

Dalam menghitung frekuensi respon filter, pemilihan pole mempengaruhi koefisien, manipulasi vektor untuk memenuhi syarat pemrosesan sinyal. Dalam bidang z kompleks memberikan pemahaman pengaruhnya terhadap frekuensi respon, dimana semakin dekat pole ke lingkaran, satuan semakin tinggi